

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-100706
 (43)Date of publication of application : 11.05.1987

(51)Int.Cl. G02B 6/12
 G02B 6/00
 G02B 6/28

(21)Application number : 60-242074
 (22)Date of filing : 28.10.1985

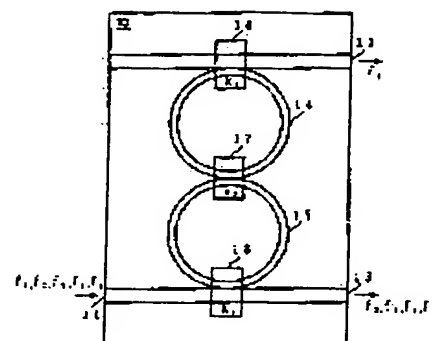
(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
 (72)Inventor : NOSU KIYOSHI
 ODA KAZUHIRO
 MINOWA JUNICHIRO

(54) OPTICAL RING FILTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To couple/separate optical signals with a wide frequency interval under a low transmission by forming an input waveguide, an output waveguide, ring-like waveguides, and optical directional coupling parts for coupling respective waveguides mutually.

CONSTITUTION: The input waveguide, output waveguide, ring-like waveguides, and optical directional coupling parts 16W18 are formed on the same dielectric base and an optical ring resonator includes a single or plural ring-like waveguides having large differences of specific refractive indexes for the input waveguide and the output waveguide and reducing its sectional area smaller than that of the input and output waveguides. The radius of curvature of the waveguides 14, 15 for the optical ring resonator can be reduced by using waveguides having a large difference of specific refractive indexes and a small value at the size for the waveguides 14, 15. Consequently, the optical ring resonator having a wide resonance frequency interval and reducing its loss can be obtained.



⑫ 公開特許公報(A)

昭62-100706

⑮ Int. Cl.⁴G 02 B 6/12
6/00
6/28

識別記号

庁内整理番号

8507-2H
D-7370-2H
L-8106-2H

⑬ 公開 昭和62年(1987)5月11日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 光リングフィルタ

⑰ 特 願 昭60-242074

⑱ 出 願 昭60(1985)10月28日

⑲ 発 明 者 野 須 潔 武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社通信
網第一研究所内⑳ 発 明 者 織 田 一 弘 武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社通信
網第一研究所内㉑ 発 明 者 箕 輪 純 一 郎 武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社通信
網第一研究所内

㉒ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉓ 代 理 人 弁理士 井出 直孝

明 細 書

1. 発明の名称

光リングフィルタ

2. 特許請求の範囲

(1) 入力用導波路と、

出力用導波路と、

リング状導波路と、

上記各導波路を相互に結合する光方向性結合部
と

を備え、

上記リング状導波路および光方向性結合部は、
上記入力用導波路の入力光信号のうち、上記リン
グ状導波路で共振する特定の周波数の光信号を透
過させる光リング共振器である

光リングフィルタにおいて、

上記入力用導波路、出力用導波路、リング状導
波路および光方向性結合部は同一の誘電体基板上
に形成され、上記光リング共振器は、上記入力用導波路およ
び出力用導波路に対して比屈折率の差が大きく導
波路断面積が小さい単一あるいは複数のリング状
導波路を含む

ことを特徴とする光リングフィルタ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、光分光あるいは光周波数分割多重伝
送方式などにおいて、周波数間隔の狭い複数の光
信号を多重結合あるいは分離する光合分波器その
他に利用される光リングフィルタに関する。

(従来の技術)

第6図は、従来の光リングフィルタを用いた光
分波器の構成例を示す図であり、特に光リングフ
ィルタの特性を調べる装置である。光リングフィルタは、入力用導波路および出力
用導波路の間に設けられたリング状導波路と、こ
のリング状導波路と入力用導波路および出力用導
波路とを相互に結合する各光方向性結合器とによ

り構成され、入力光信号のうち、リング状導波路のリング長に応じた共振周波数を有する特定の光信号を透過させる光リング共振器である。なお、従来技術ではリング状導波路にリング状の光ファイバが用いられている。

第6図において、参照番号31は入力用光方向性結合器35の入力用ポート、参照番号32は入力用光方向性結合器35の出力用ポート、参照番号33、34は出力用光方向性結合器36の出力用ポートである。参照番号37はリング状の光ファイバ、参照番号38は入力光が入力用ポート31に光結合する測定用光源、参照番号39、40は出力用ポート32、34の出力光が光結合する出力モニタ用受光素子である。測定用光源38および出力モニタ用受光素子39、40の各波形は、オシログラフなどにより観測される。

この従来技術は、「(「エレクトロニクスレータ」、第19巻、24号、pp.1027-1028)に記載がある。

入力用光方向性結合器35、出力用光方向性結合器36およびリング状の光ファイバ37で構成される光リング共振器では周期的に共振が現れ、この共

り出される光信号強度、波形bは出力用ポート34から取り出される光信号強度を示す。光ファイバ37のリング長 $L=35.8\text{cm}$ 、比屈折率 $n=1.5$ とすると、共振周波数間隔 Δf は約559MHzとなる。

(発明が解決しようとする問題点)

ところが、このような従来の光リングフィルタを用いた光分波器では、単一モード光ファイバとの整合性がよい反面、次のような問題点がある。

光ファイバで共振器が構成されているため、外部の機械的あるいは熱的擾乱の影響を受けやすい。

光ファイバで共振器が構成されているため、リング長が短い構成すなわち共振周波数間隔がGHz以上の大きいものは製作が困難である。

単一の光リング共振器を用いたものは、通過帯域幅が狭いので変調光に対する通過損失が大きくなる。

通過帯域幅を広くするために、複数の光ファイバリングを用いた多重共振器構造のものを作るには、製作困難度がさらに増す。

また、周波数間隔の狭い複数の光信号を多重あ

振周波数の光信号を透過させて出力用ポート34から出射される。共振条件は、光信号の周波数 f 、リング長(リング状の光ファイバ37の一周の長さ) L 、光ファイバ37の比屈折率 n 、光速 c 、伝搬定数 β および定数 N として、

$$L = N \cdot 2\pi / \beta \quad \sim Nc / nf \quad \text{.....(1)}$$

で与えられる。

また、その共振周波数間隔 Δf は、

$$\Delta f \sim c / Ln \quad \text{.....(2)}$$

で与えられる。

入力用ポート31に入射された光信号の内、(1)式の条件を満たす周波数の光信号は、光リング共振器で共振して出力用ポート34から取り出される。それ以外の周波数の光信号は、出力用ポート32から取り出される。このようにして、異なる周波数の光信号を分波することができる。合波においても同様である。

第7図は、従来の光フィルタリング特性の一例を示す図である。波形aは出力用ポート32から取

るいは分離するには、光合分波する光信号の周波数間隔を広くしなければならない。したがって、共振周波数間隔が大きい、すなわちリング長が短い構成の光リング共振器が必要になるが、リング長が短くなると一般に曲げ導波路の曲率半径が小さくなり、曲げによる放射損失が大きくなる。

この曲げ放射損失は、導波路の比屈折率差、導波路寸法および曲率半径の関数になっている。

第8図は、波長 $1.55\mu\text{m}$ で導波路寸法 $1\mu\text{m}$ の導波路において、比屈折率差と曲げ放射損失との関係を示す図である。

導波路の比屈折率差を大きくすると、小さい曲率半径でも曲げ放射損失は小さい。ただし、導波路の比屈折率差を大きくすると、単一モードとなる導波路寸法を小さくしなければならず、従って導波路と通常の光ファイバとの整合性が悪くなる。

本発明は、このような従来の問題点を解決するもので、比較的周波数間隔の広い光信号を低損失で結合・分離する光リングフィルタを提供するこ

とを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、入力用導波路と、出力用導波路と、リング状導波路と、上記各導波路を相互に結合する光方向性結合部とを備え、上記リング状導波路および光方向性結合部は、上記入力用導波路の入力光信号のうち、上記リング状導波路で共振する特定の周波数の光信号を透過させる光リング共振器である光リングフィルタにおいて、上記入力用導波路、出力用導波路、リング状導波路および光方向性結合部は同一の誘電体基板上に形成され、上記光リング共振器は、上記入力用導波路および出力用導波路に対して比屈折率の差が大きく導波路断面積が小さい単一あるいは複数のリング状導波路を含むことを特徴とする。

(作 用)

入出力用導波路と光方向性結合器とを介して結合している光リング共振器導波路には、比屈折率差が大きく、導波路寸法の小さいものを用いることにより、光リング共振器導波路の曲率半径を小

さくすることができる。したがって、共振周波数間隔が広く低損失の光リング共振器を実現することができる。

また入出力用導波路は、通常的光ファイバと同じ形状(比屈折率差 $\Delta n \sim 0.3\%$)にすることにより、入出力用の通常的光ファイバとの整合性がよくなり、さらに入出力用導波路および光リング共振器導波路を同一誘電体基板上に形成することにより、外部の影響を受けにくい光リングフィルタを構成することができる。

(実施例)

以下、本発明の実施例方式を図面に基づいて説明する。

第1図は、本発明の第一実施例を示す構成図である。第一実施例では、二つの光リング共振器導波路を用いた二重共振器構造の光リングフィルタの構成を示す。本発明は、リング状導波路を従来のリング状の光ファイバに替え、誘電体基板上に一体形成させた光リング共振器導波路を用いる。

第1図において、参照番号10は平面導波路基板、

参照番号11は入力用ポート、参照番号12、13は出力用ポート、参照番号14、15は光リング共振器導波路、参照番号16は出力光方向性結合器、参照番号17は中間光方向性結合器、参照番号18は入力光方向性結合器である。

ここで、入力用ポート11、出力用ポート12、13の導波路の比屈折率差($\Delta n = 0.3\%$)および導波路寸法($D = 8\mu\text{m}$)は、通常的光ファイバとほぼ同じである。光リング共振器導波路14、15は、入力用ポート11、出力用ポート12、13の導波路よりも比屈折率差が大きくまた導波路寸法が小さい構造である。

平面導波路基板10は、多成分ガラスまたは石英などの誘電体基板である。比屈折率差の大きい光リング共振器導波路14、15は、平面導波路基板10にカリウム(K)イオンあるいはタンタル(Ta)イオンなどを拡散させることにより高屈折率部を形成させたものである。

次に、5GHz間隔で並んだ5波の光信号を分波する場合を例にとり、導波路形状について説明す

る。

第2図は、分波する5GHz間隔に並んだ5波の光信号の配置図である。

共振周波数間隔 Δf を40GHzに選ぶと、(2)式において、 $\Delta f = 40 \times 10^9 \text{ Hz}$ 、 $n = 1.5$ 、 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$ であるから、リング長 l は約5mm(曲率半径 $\sim 0.8\text{ mm}$)となる。したがって、第8図の数値計算例より、導波路寸法を1mm、導波路比屈折率差 Δn を約5%に選ぶと、曲げ導波路の放射損失は無視できる程小さい。

この二重光リング共振器のフィルタリング特性 T は、

$$T(a-b) = -jk_1^2 \cdot k_2 \cdot \exp(-j\phi) / \\ \{ [1 - \{(1-k_1^2)(1-k_2^2)\}^{1/2} \cdot \exp(-j\phi)]^2 \\ + k_2^2(1-k_1^2)^2 \cdot \exp(-j2\phi) \}$$

で与えられる。ここで、 k_1 は出力光方向性結合器16および入力光方向性結合器18の結合係数であり、 k_2 は中間光方向性結合器17の結合係数である。また、 ϕ は光ファイバリング14、15のリング一周の位相遅延量である。

第3図は、二重光リング共振器の光フィルタリング特性を示す図であり、中間光方向性結合器17の結合係数 k_z をパラメータとしたときの光フィルタリング特性を示す。

第4図は、単一の光リング共振器の光フィルタリング特性を示す図である。

第3図および第4図に示すように、二重光リング共振器を用いた場合には、通過帯域幅の広い光リングフィルタができる。

第5図は、本発明の第二実施例を示す構成図である。

第二実施例の特徴は、基本的には第一実施例と同様の構成であるが、光フィルタリング特性の外部の擾乱による変化を補正する手段を設けたところにある。すなわち、出力用ポート12の導波路に分布帰還型反射ミラー21を設け、出力用ポート12と反対側の出力用ポート22に受光素子23を備え、光リング共振器導波路14、15に設けた加熱用電極24、25の電流を受光素子23の出力により制御する位相調整回路26を備えた構成である。

曲げ放射損失を小さくすることができる。

④ 二重共振器構造のものが容易に製作できるので通過帯域幅が広く、従って周波数間隔の広い光信号を低損失で結合分離できる光リングフィルタを実現できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第一実施例を示すブロック構成図。

第2図は5GHz間隔に並んだ5波の光信号の配置図。

第3図は二重光リング共振器の光フィルタリング特性を示す図。

第4図は単一の光リング共振器の光フィルタリング特性を示す図。

第5図は本発明の第二実施例を示すブロック構成図。

第6図は従来の光リングフィルタを用いた光分波器の構成例を示す図。

第7図は従来の光リング共振器の光フィルタリ

分布帰還型反射ミラー21により出力用ポート12への光は一部反射し、その反射光の大部分を受光素子23で受け、その出力が最大になるように位相調整回路26により加熱用電極24、25の電流を制御し、光リング共振器導波路14、15の伝搬位相遅延量を制御して光フィルタリング特性が外部の擾乱により変化する分を補正することができる。

〔発明の効果〕

本発明は、以上説明したように次のような効果がある。

① 同一誘電体基板上に光リング共振器が構成されているために、外部の機械的および熱的擾乱の影響を受けにくく安定である。

② 誘電体基板上に光リング共振器を形成するために、リング長が短い、すなわち共振周波数間隔が広い(GHzオーダー)ものが容易に製作可能である。

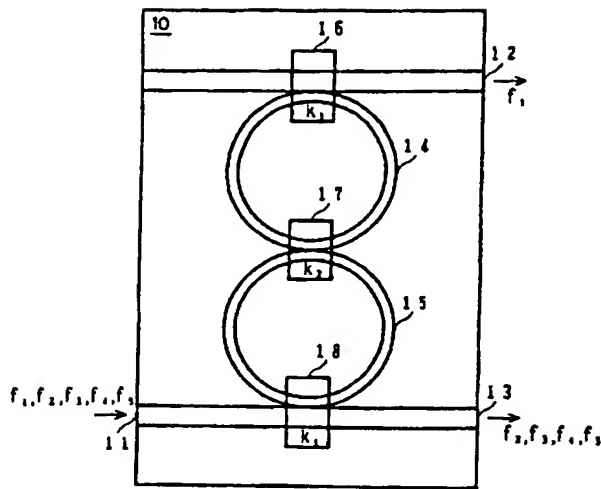
③ 曲率半径の小さい光リング共振器導波路の比屈折率差を大きくかつ導波路寸法を小さくすることにより、導波路の単一モード性を維持しかつ

ング特性の一例を示す図。

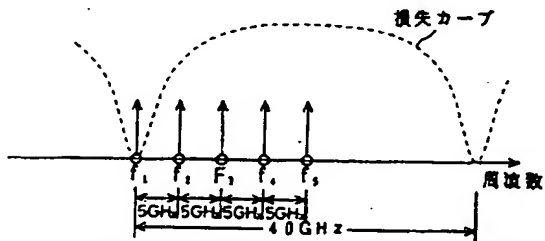
第8図は比屈折率差と曲げ放射損失との関係を導波路曲率半径をパラメータとして数値計算した例を示す図。

10…平面導波路基板、11…入力用ポート、12、13…出力用ポート、14、15…光リング共振器導波路、16…出力光方向性結合器、17…中間光方向性結合器、18…入力光方向性結合器、21…分布帰還型反射ミラー、22…出力用ポート、23…受光素子、24、25…加熱用電極、26…位相調整回路、31、入力用ポート、32、33、34…出力用ポート、35…入力用光方向性結合器、36…出力用光方向性結合器、37…光ファイバ、38…測定用光源、39、40…出力モニタ用受光素子。

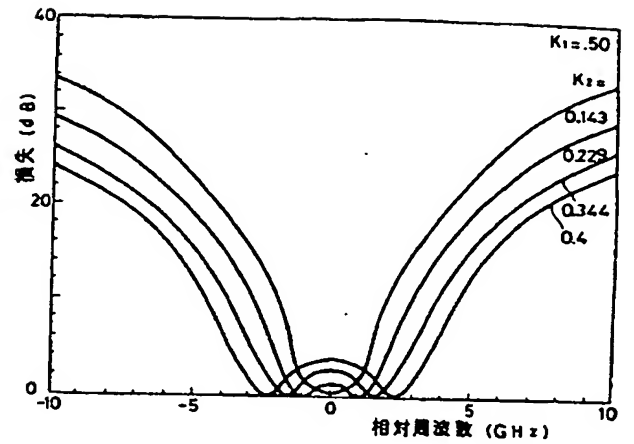
特許出願人 日本電信電話株式会社
代理人 弁理士 井出直孝



第 1 図 本発明第一実施例



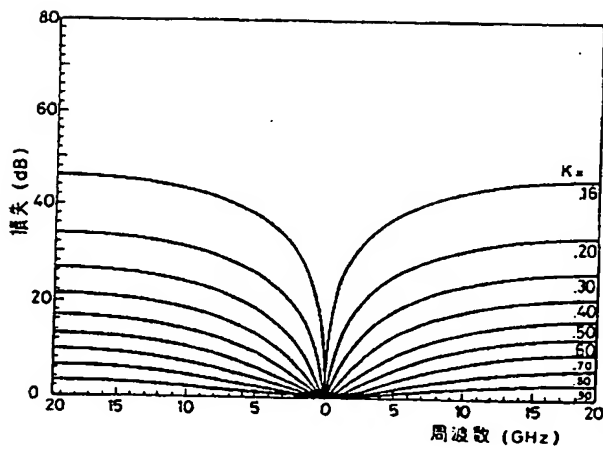
第 2 図 5波の光信号の配置図



K_1 : 入出力光方向性結合器の結合係数
 K_2 : 中間光方向性結合器の結合係数

二重光リング共振器の光フィルタリング特性

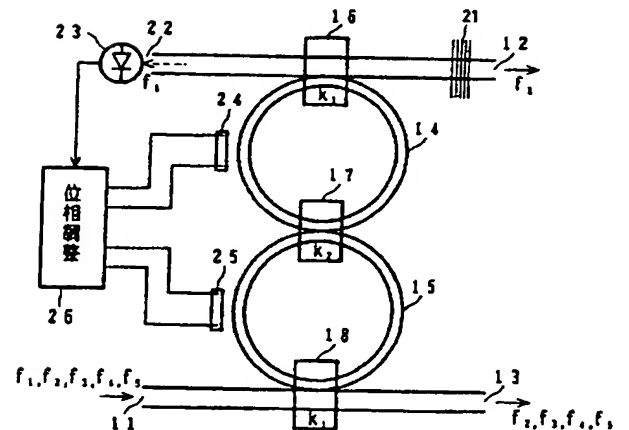
第 3 図



K : 光方向性結合器結合係数

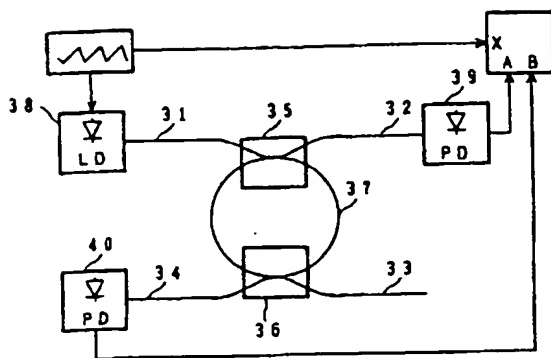
単一の光リング共振器の光フィルタリング特性

第 4 図

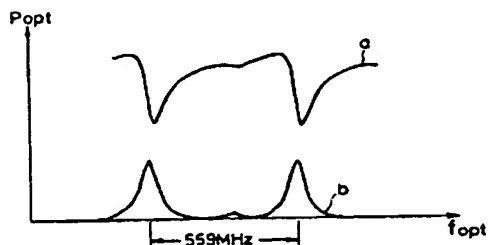


本発明第二実施例

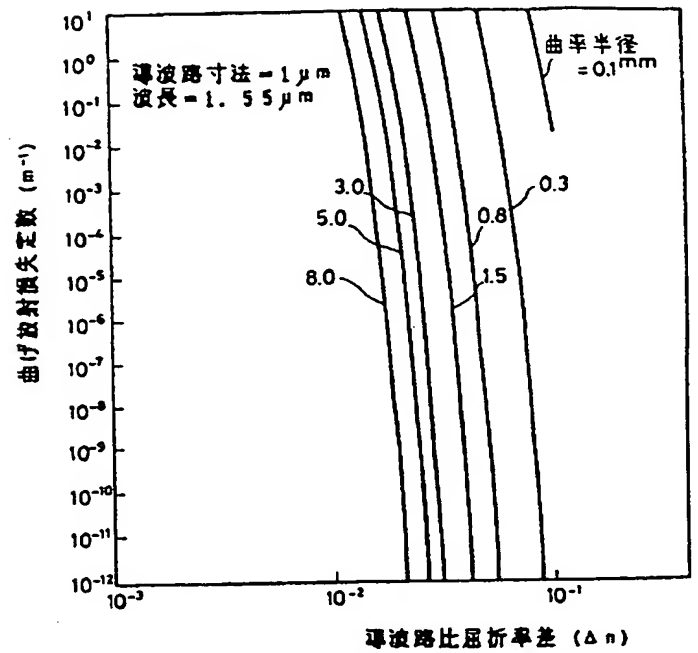
第 5 図



従来例
第 6 図



光フィルタリング特性
第 7 図



第 8 図